

GENER 2016

Guia de gestió de dunes metropolitananes



La GUIA DE GESTIÓ DE DUNES METROPOLITANES forma part del projecte "Dunes híbrides", fruit de la col·laboració de l'AMB amb el projecte OPERAs, finançat per la UE dins del programa FP7 – ENVIROMENT, dedicat a l'aplicació operativa del concepte dels serveis ecosistèmics com a instrument explícit de gestió.

Aquest document és un encàrrec del Servei de Promoció i Conservació de l'Espai Públic de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), que l'ha coordinat juntament amb l'autor, Josep Lascurain (SGM, sl).

<http://www.amb.cat/es/web/territori/espai-public/platges>

<http://operas-project.eu/>

ÍNDEX

PART I Introducció a les dunes.....	3
Capítol 1 Sorra, vent i dinàmica litoral.....	4
Capítol 2 Interaccions amb la dinàmica dunar	13
PART II Instruccions de gestió.....	24
Capítol 1 Construcció i plantació	25
Capítol 2 A través de la gestió quotidiana.....	36

Per què construir i gestionar dunes urbanes?

La resposta més simple és que cal construir i gestionar dunes per alguna cosa tan elemental com assegurar que continuarem tenint platges. No es tracta, per tant, d'un atribut més per a qualificar una bona gestió de les platges públiques, ni tan sols potenciar la biodiversitat i la qualitat visual del paisatge més visitat de l'àrea metropolitana de Barcelona. Tot això és cert, tanmateix el més important és que les dunes constitueixen una part imprescindible de l'economia de la sorra a les platges. Amb altres paraules: sense dunes no hi ha platges. I això serà cada vegada més evident amb el canvi climàtic.

Aquesta guia parla dels llocs on potencialment hi pot haver dunes; i això exclou les platges al nord de Barcelona, on la sorra és massa grossa com perquè el vent pugui transportar-la i construir dunes. Per tant, aquesta guia parla dels 14,5 km de platges públiques al delta del Llobregat. I aquestes platges, a banda de tenir més de 64.000 habitants vivint a menys de 2 km de distància i rebre més de dos milions de visites anuals, depenen també de processos geològics que funcionen a escala local i global.

A escala local, les infraestructures d'ampliació del port de Barcelona han alterat un balanç global de sorra que ja era inestable dècades abans. A escala global, les previsions d'elevació del nivell del mar, estimades entre 0,6 i 1 m per a l'any 2100, indiquen que es pot perdre el 14% d'aquestes platges per regressió del litoral, el 13% per inundació, i un 23% que tan sols es podrien aprofitar ocasionalment els mesos d'estiu. I la pèrdua del 50% de les platges funcionals comportaria efectes devastadors sobre l'economia (hotels, restaurants, pèrdua de valor dels habitatges...).

Una correcta gestió integrada que inclogui les dunes pot ajudar a evitar aquest escenari tant dramàtic previst per l'any 2100, però també per al futur més immediat. Avui dia el 27% de les platges públiques del sud de l'àrea metropolitana de Barcelona tenen problemes durant l'hivern.

Finalment esmentar que tots aquells que han de prendre decisions i els que han de gestionar el dia a dia de les platges tenen també un altre repte. Necessitem saber més. Sabem que el vent ha deixat de construir dunes des de fa més de 30 anys; tanmateix el vent manté intacta la seva capacitat d'erosionar les dunes construïdes. La planta que construeix les dunes, el borró (*Ammophila arenaria*) degenera i desapareix de forma generalitzada tan sols 7 anys després de ser plantada. I hem d'aprendre a evitar que això passi.

Així doncs, es tracta d'intentar optimitzar els serveis ecosistèmics que ens donen les dunes per preservar la pròpia existència de les platges, la seva biodiversitat, i finalment, proveir coneixements actualitzats per millorar el sistema de gestió. No hi ha gaires tasques tant divertides i transcendentals.



Com s'estructura aquesta guia

Aquesta guia té dues parts diferenciades: una introducció a les dunes des de la perspectiva de la dinàmica litoral i l'ecologia; i una segona part que inclou una sèrie d'instruccions per actuar, des de la gestió habitual, a les zones dunars per mantenir i millorar el seu estat.

És important també remarcar que aquest document està sempre en contínua progressió. I això es deu a que sabem relativament poc sobre aspectes que són importants i lògicament l'experiència permet millorar el coneixement. D'alguna manera aquesta guia tècnica s'ha d'anar configurant com un document de co-creació que també incorpora el coneixement que ben segur s'ha de generar a partir de tots aquells que intervenen en la pràctica de la gestió i el manteniment de les platges metropolitanes.



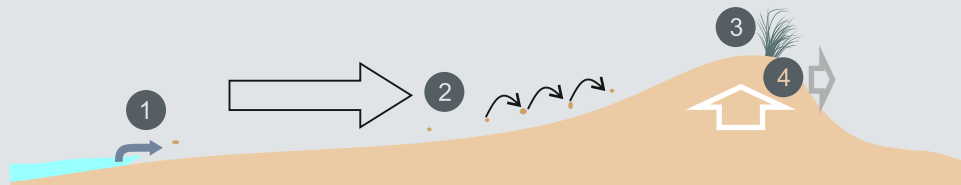


PART I INTRODUCCIÓ A LES DUNES



Capítol 1: Sorra, vent i dinàmica litoral

Què necessita una duna?



- 1 En primer lloc cal que la dinàmica litoral permeti que arribi sorra a la platja.
- 2 Després cal un vent amb velocitat suficient per transportar els grans de sorra. La sorra ha d'estar seca i el vent ha de tenir un recorregut suficient sobre la sorra seca com per transportar el volum necessari per construir una duna.
- 3 Cal que hi hagi borró (*Ammophila arenària*) que és l'espècie que construeix la duna en retenir la sorra i resistir l'enterrament. Amb aquesta adaptació del borró, la duna va adquirint alçària. No hem trobat encara cap fotografia històrica d'una duna sense aquesta espècie.
- 4 Finalment la duna creix i es mou avançant vers l'interior de la platja. Cal, per tant, espai per encabir les dunes.



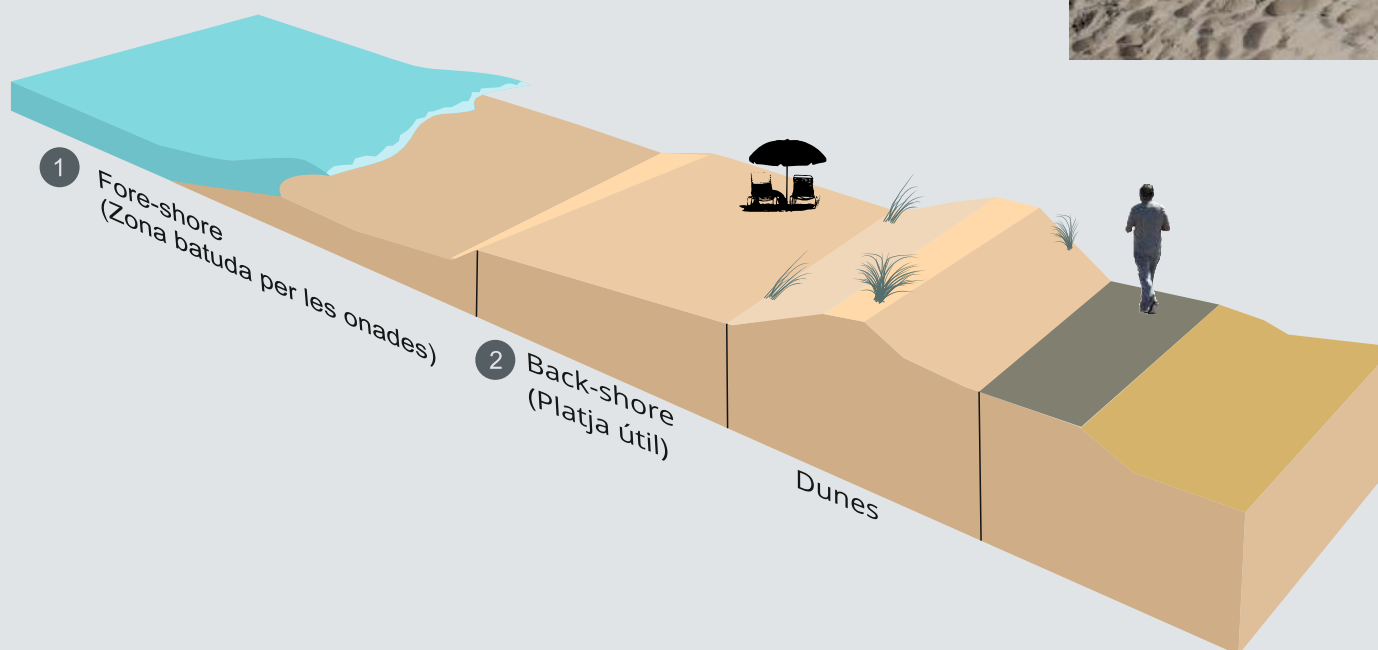
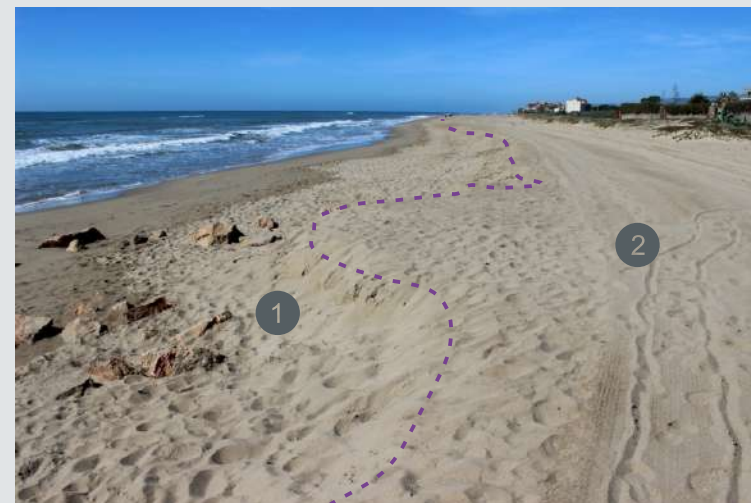
Una foto del 1908 a Castelldefels (imatge cedida per l'Ajuntament).



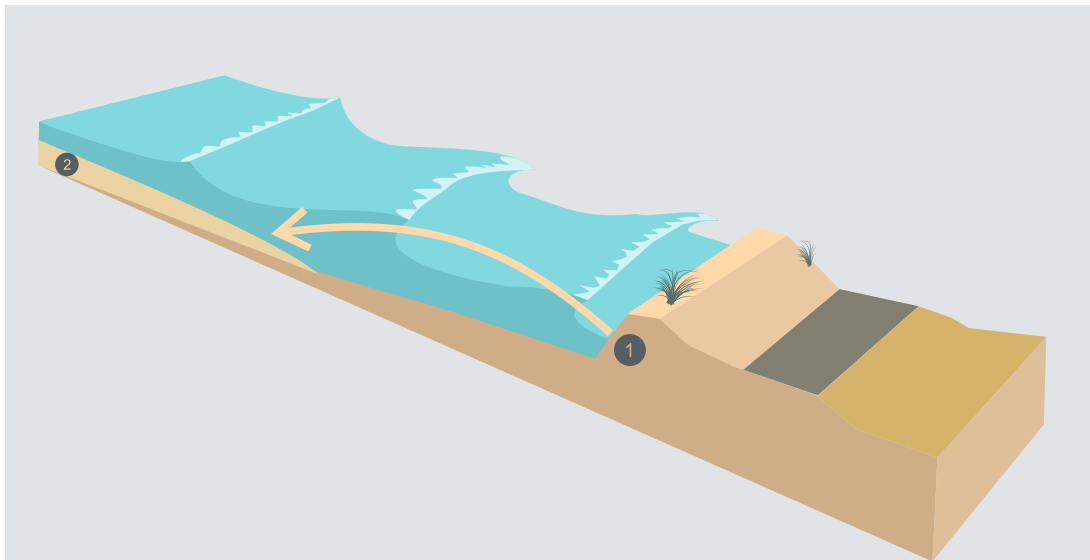
Foto del 1978 a Gavà (J Lascrain).

Els components d'una platja

- 1 Les platges del delta del Llobregat tenen unes mareas ordinàries inferiors a 50 cm. Així l'amplada de la zona batuda per les onades depèn fonamentalment de l'altura de les onades i del pendent de la platja. A més pendent, lògicament menys recorregut i el límit "run-up" restarà a menor distància. Aquesta zona de la platja acostuma a finalitzar amb un petit ressalt o berma. Amb els temporals les onades poden arribar a distàncies molt superiors i abastar tota la platja.
- 2 El back-shore conforma la veritable platja útil. Amb sorra seca. Pot presentar petits ressalts o bermes ocasionats pels temporals més intensos de l'hivern.



Dunes per prevenir la regressió del litoral

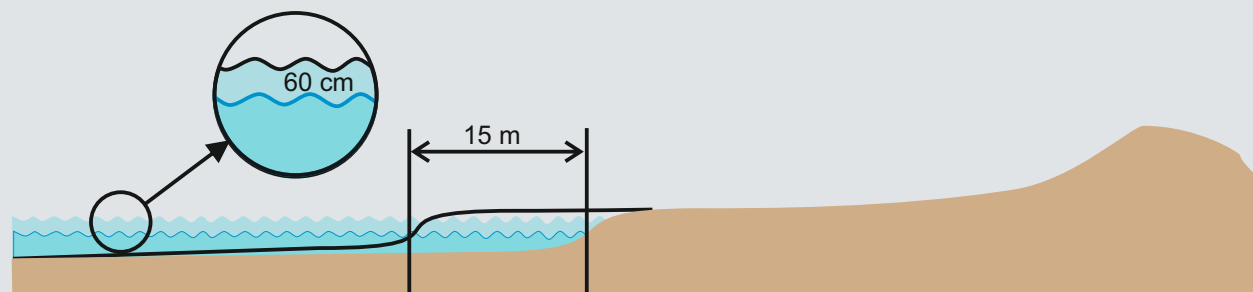


- 1 Les dunes són barreres físiques que eviten la inundació quan hi ha mareas extraordinàries. Una marea extraordinària passa quan a la marea astronòmica s'hi afegeix la marea baromètrica (1 cm per cada hectopascal de baixa) i, a més, hi ha acumulació d'aigua quan és empesa pel vent de llevant.
- 2 En presentar major pendent i, especialment, en comptar amb el reforç de les arrels, les dunes oposen més resistència a l'erosió (1). I, en tot cas, la sorra erosionada acostuma a quedar dispersada a la mateixa platja, de manera que no cal anar a recuperar sorra des del fons marí.



A Gavà Mar les dunes van ser sobrepassades parcialment per les onades en 2001. En 2011 han estat la darrera defensa contra un temporal intens. En desembre de 2015, 4 anys després, el perfil de platja encara no s'ha recuperat a causa de l'alteració de la dinàmica litoral.

Formes de platja i vulnerabilitat al canvi climàtic



Estem aprenent dels fracassos. A Gavà Mar es va construir una duna que ràpidament es va transformar en l'única zona de sorra disponible en un espai de màxima afluença de públic. Evidentment la plantació va desaparèixer.

Aquesta platja té 3 condicionants que se superposen:

- Va patir una forta erosió per un temporal de finals de novembre del 2011. I 4 anys després encara no ha recuperat el perfil previ de la platja.
- Correspon a un àpex relatiu resultant de la nova configuració de les platges deltaïques després de la construcció de l'espigó del Llobregat el 2003. Es tracta així d'un sector particularment vulnerable a l'erosió, on la dinàmica litoral té poca capacitat de reconstruir el perfil.
- És una zona de màxima afluença de visitants (fins a 50 persones per cada 10 m lineals de costa). Necessita per tant, un mínim de 25 metres d'amplada per encabir de manera confortable tots aquests usuaris (amb 5 m² per persona).

Per tant, es tracta d'una platja on calia recuperar el perfil de platja original i també reconstruir-hi les dunes. Fer dunes sense reconstruir la platja va conduir al fracàs perquè no hi havia sorra seca. Aquest fet va motivar una acció de restitució del perfil de

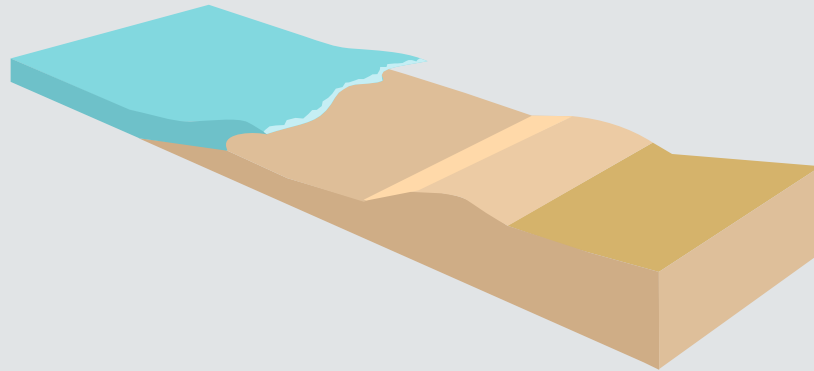
platja en desembre de 2015, amb una aportació de 6.000m³ de sorra .

Cal, doncs, conèixer com funcionen les diferents tipologies de platja (que s'expliquen a les pàgines següents) i també cal també conèixer les previsions futures.

Hi ha un acord en el si de la comunitat científica que la pujada del nivell del mar a la Mediterrània serà d'entre 60 i 100 cm. I es pot fer una previsió conservadora de quina seria la regressió del litoral associada a una pujada del nivell del mar de tan sols 60cm. La regla de Bruun permet obtenir una aproximació grollera vinculant el pendent de la platja amb la regressió. A major pendent, la platja oposa més resistència a l'erosió i, per tant, hi ha una menor regressió. Els documents de l'IPCC parlen de relacions d'entre 50 i 100 cm de regressió per cada centímetre de pujada del nivell del mar. Les platges de Gavà-Viladecans i El Prat, en tenir un pendent relativament elevat, donen una relació de 25 cm de regressió per cada cm d'elevació, amb un valor resultant de regressió de 15 metres.

Per tant, hem analitzat què passarà amb les diferents platges en un escenari de 15 metres.

Platja intermitent



A l'extrem occidental de la platja del Prat de Llobregat. No són veritables platges. Bona part de l'any les onades travessen tota la superfície i construeixen una barra de sorra que sovint es desplaça sobre antics herbassars a causa de la regressió. Solament poden ser utilitzades a l'estiu.

Són les platges que primer desapareixeran amb la regressió derivada de l'elevació del nivell del mar. Molt possiblement es transformaran en esculleres.



04-04-2014 Platja dels Militars. Una zona on mai no hi ha hagut dunes però on són necessàries. La construcció de dunes limitaria l'erosió i reduiria l'impacte dels visitants sobre els espais naturals protegits.

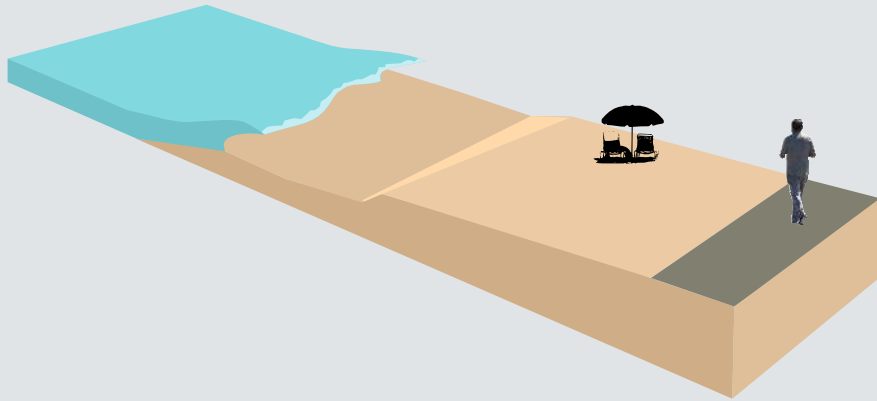


8-11-2015 Platja dels Militars. L'estructura simètrica de la barra de sorra evidencia que ha estat construïda per les onades. A la zona central de la foto s'aprecien rastres d'onades recents.



La platja té una amplada inferior als 15 m previstos de regressió del litoral associada a l'augment de 60 cm del nivell del mar.

Franja de confort



La platja funcional (*backshore* o platja de sorra seca) té més de 20 m però, o no arriba als 25 m d'amplada o presenta estructures construïdes (carrers, jardins privats, edificacions) a menys de 50 m de la vora del mar. Les densitats màximes de banyistes observades són de 50 persones/10 m lineals de platja. Si s'assigna un espai de "confort" de 5 m² per cada persona, resulta que es necessiten 25 m d'amplada.

Anomenem aquest tipus de platja "de confort" pel fet que tot just arriben a assolir l'amplada necessària per encabir amb suficient espai les densitats màximes de banyistes observades a l'estiu.

La pèrdua de 15 m de platja per regressió convertirà la major part d'aquestes platges en intermitents i solament es podran aprofitar ocasionalment.



20-09-2014 Gavà Mar. Un petit temporal del mes de juliol ha fet més estreta la platja. La gent va haver d'ocupar les dunes construïdes que es veuen en darrer terme.

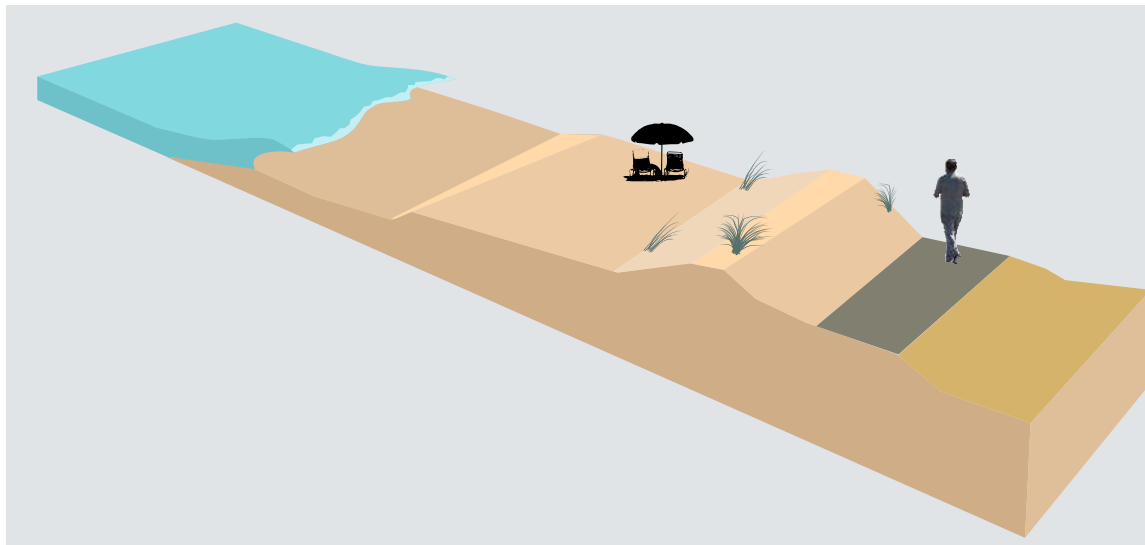


21-03-2015 Mateix sector que la foto anterior. Els temporals cobreixen sovint tota la platja.



L'ortofoto mostra un sector 300 m més a l'est de les fotos anteriors. Habitatges a menys de 50m de la vora d'estiu més propera del període 2010-2015.

Platja estable



Platges que han crescut al llarg del període 1990-2008 i que posteriorment s'han estabilitzat. Són les úniques platges adaptades per resistir la regressió del mar prevista de 15 m per a l'any 2100. Són les platges que sovint ja tenen dunes i que, per tant, són punts importants de biodiversitat.

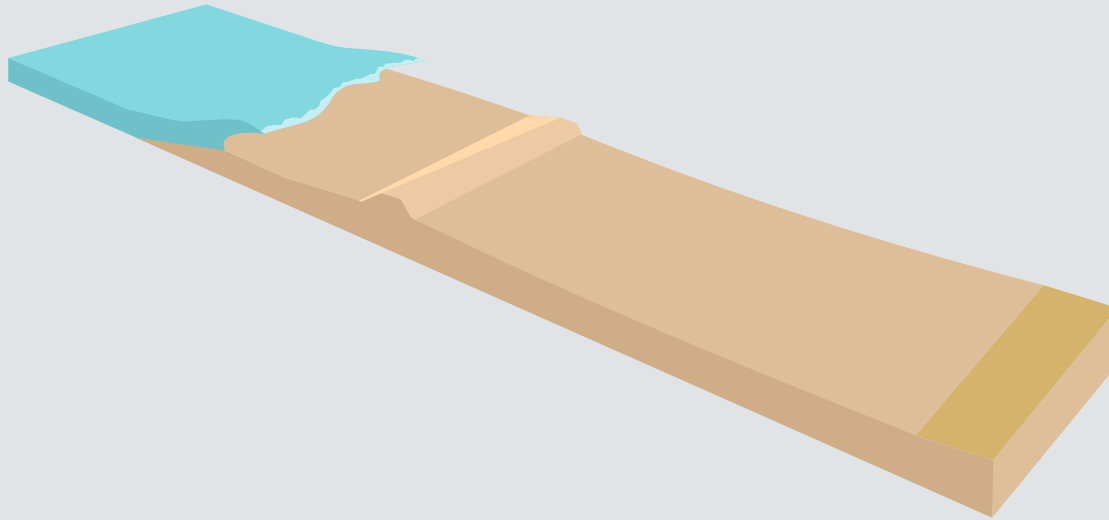


16-05-2015 Dunes construïdes a Gavà.



Ortofoto que correspon a la foto anterior. S'hi aprecien les dunes construïdes i com la platja útil supera els 50 m d'amplada.

Platja inundable



La construcció de l'espigó de Port Ginesta (1985) ha comportat l'acreció per acumulació de sorra. Tanmateix, en termes geomorfològics no és una platja.

Es tracta d'un sistema de barra litoral i depressió humida posterior. Aquesta depressió s'inunda tots els hiverns i la sorra es manté humida fins i tot durant part de l'estiu, cosa que comporta riscos sanitaris, especialment quan s'hi abandonen excrements de gos. Són platges on hi ha dificultats per establir vegetació dunar a causa de la humitat del sòl.

La pujada de 60 cm del nivell del mar transformarà aquestes platges en aiguamolls permanents.



21-03-2015 Castelldefels. Els joncs que apareixen en primer pla estan adaptats a les entrades d'aigua marina.



23-10-2015 Castelldefels. S'aprecia el color de la sorra humida. També la franja més clara de sorra seca vinculada a la barra de sorra.



Ortofoto que correspon a la zona de la foto anterior. S'aprecia clarament el color fosc de la sorra humida.



Capítol 2: Interaccions amb la dinàmica dunar

Causes de la desaparició de les dunes

El vent ha deixat de construir dunes de manera natural. L'ús intensiu de la platja (A) impedeix la construcció del relleu dunar. Com a molt el vent arriba a construir *nebkas* (B) que són petites acumulacions de sorra a sotavent de la vegetació. Tanmateix no hi ha dunes de més alçada segurament a causa dels efectes derivats de l'ús intensiu de la platja.

D'altra banda mai no s'han trobat dunes sense la presència de borro (*Ammophila arenaria*). Per tant se sospita que la formació natural de les dunes depèn de la presència d'aquesta espècie.

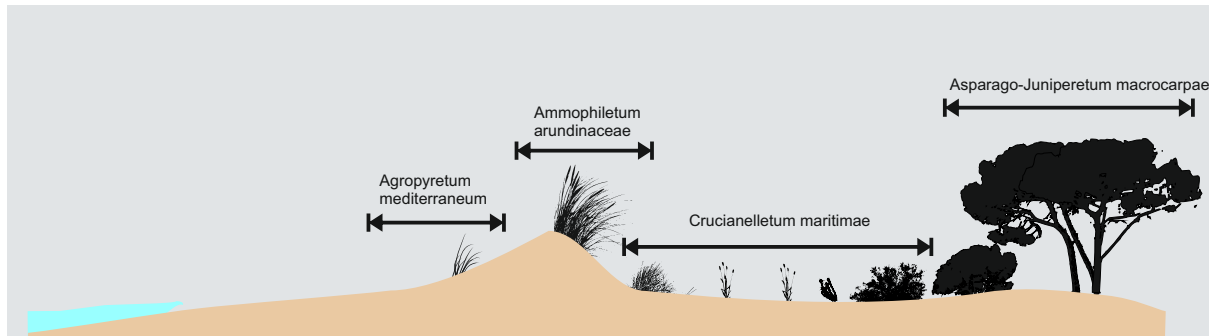
Els borros plantats degeneren i moren després d'un període que

rarament supera els 7 anys (D). La presència de patògens al sòl (principalment nemàtodes) sembla que n'és la causa. Aquesta espècie necessita d'una aportació constant de sorra per evitar els processos de degeneració. Per aquesta raó s'ha endegat un petit experiment d'enterrament de borros (E).

El paisatge resultant de la desaparició de les dunes són uns prats amb una elevada cobertura de vegetació (C) però que no tenen capacitat de protegir el litoral enfront dels temporals ni tampoc de mantenir la biodiversitat pròpia dels ecosistemes dunars.



Què plantar a les dunes?

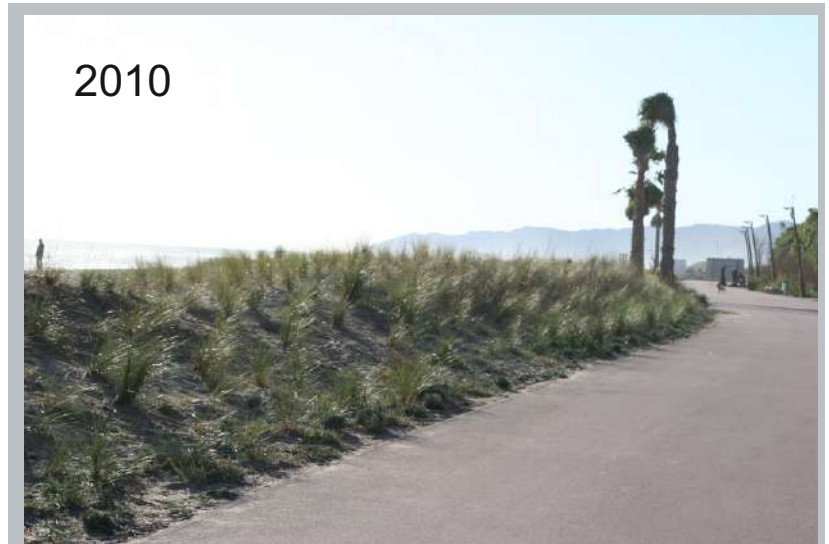


Una descripció fitosociològica d'un ecosistema dunar. Aquesta guia parla bàsicament de les dues primeres comunitats vegetals.

En contra del que dicta la intuïció, per construir dunes és millor posar-hi una sola espècie: el borró.

Aquesta és l'espècie "enginyera" que de forma natural captura la sorra i construeix l'edifici dunar. És una espècie que requereix sòls pràcticament sense nutrients. Aquesta és la raó per la qual la introducció d'espècies lleguminoses com és *Medicago marina* o el *Lotus creticus*, que generen illes de fertilitat en introduir nitrògen al sòl, acostuma a finalitzar amb la desaparició del borró.

Com a molt es poden introduir les espècies pròpies del front dunar, com és el cas l'*Elymus fractus* o el *Sporobolus pulgens*. Tanmateix, aquestes espècies mantenen propàguls viables a la major part de les zones de plantació al delta del Llobregat, fent innecessària la seva reintroducció.



Quan el borró es barreja amb lleguminoses, aquestes espècies acaben per reemplaçar la major part de les plantacions de borró. Destaca també la pèrdua de volum de les dunes.

Què no plantar ! (a la duna)

No solament cal pensar en les espècies exòtiques invasores com podria ser el cas de ***Carpobrotus edulis***, ***Cortaderia selloana*** o ***Myrioporum acuminatum***. Hi ha espècies autòctones com el ***Lotus creticus*** que tenen un comportament invasiu a les dunes i que desplacen i eliminen els borrons.

Es desaconsella així mateix plantar pins, que també tenen un comportament invasor.



Pinus pinea envaint el territori potencial de la duna i reraduna. A Europa, la major part dels projectes de rejuveniment de dunes se centra en l'eliminació dels pins per tal de recuperar dunes mòbils i semi-mòbils.



Dues tofes d'*Ammophila arenaria* que han estat envaïdes per ***Lotus creticus***. A l'esquerra, la planta es veu força debilitada i amb poca biomassa foliar. La foto de la dreta mostra la planta ja morta.

I a la reraduna?

Les plantacions de vegetació de duna (*Elymus farctus* i *Ammophila arenaria*) en zones planes han patit abans els processos de degeneració i mort d'aquestes espècies (A). Amb un resultat estètic deficient.

Es pot considerar imitar estructures de paisatge preexistents (B) i que van funcionar amb èxit en altres trams de passeig marítim (C). Així doncs s'aconsellen espècies arbustives amb capacitat de

desenvolupar estructures semicirculars (pulvinul·lars) que tenen un gran interès visual: *Pistacia lentiscus* (C), *Rosmarinus officinalis* (D).

Es proposa també reintroduir *Halimium halimifolium*, una espècie present als vivers i que va ser comú a les dunes litorals de Gavà fins el 1992 (E).



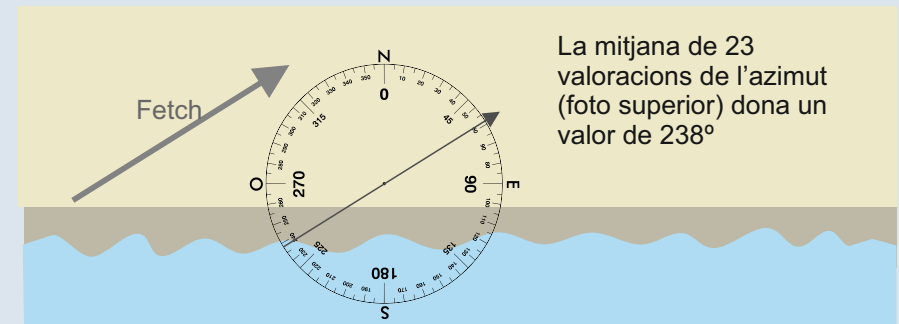
El vent: factor principal

El vent construeix les dunes naturals. La disponibilitat de sorra que es pot transportar pel vent depèn de la longitud del recorregut del vent sobre la sorra seca (*fetch*) i aquesta depèn de l'amplada de la platja i del seu angle amb la direcció del vent. Com més llarg sigui el *fetch* més sorra disponible hi haurà per construir dunes de manera natural.

També el vent pot destruir les dunes. Quan la sorra té menys d'un 2% d'humitat (en pes) solament cal un vent suau de 3 m/s per iniciar el transport eòlic. Quan a l'hivern la sorra és més humida, calen vents de més de 10 m/s.

L'efecte erosiu del vent depèn de l'angle del vent respecte la duna. Als trams de platja on el vent arriba amb un angle superior als 25° l'erosió pot ser molt important (A). Quan l'angle del vent és menor de 15° , el vent és quasi paral·lel a la duna i l'erosió és molt baixa (B). Per això al Prat i a Viladecans el vent triga molt en construir dunes (poc recorregut sobre sorra i paral·lel a la costa). Tanmateix les dunes construïdes tenen una taxa d'erosió molt menor.

A Castelldefels i a Gavà fins a la riera dels Canyars, les dunes de més alçada han estat molt més afectades per l'erosió eòlica a causa del major angle respecte al vent.



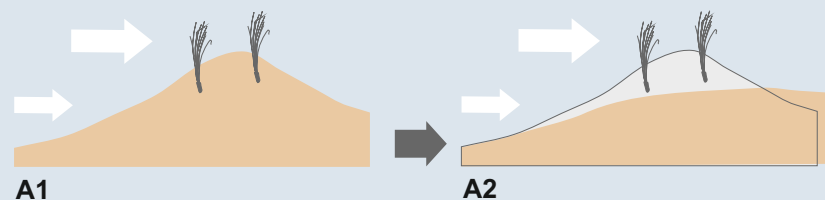
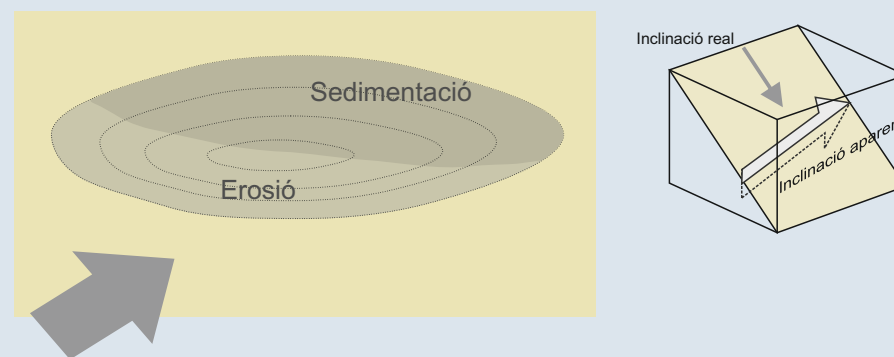
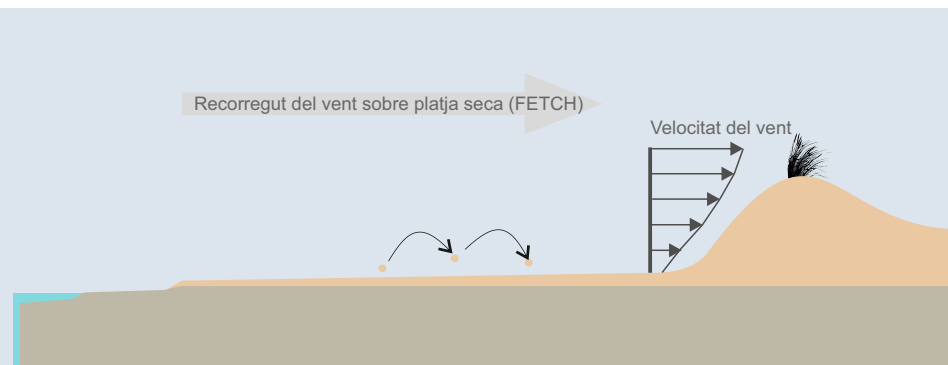
On plantar dins la duna i com protegir-la?

A les dunes l'angle del vent és molt important, tal i com s'ha explicat anteriorment. Així el tram Castelldefels-Gavà fins a la riera dels Canyars és més vulnerable. Tanmateix el relleu de la duna és també molt important.

El vent quan troba una duna amb una inclinació elevada es comprimeix de manera que a la cresta de la duna pot duplicar la seva velocitat si no hi ha vegetació que dissipï la seva energia. La interacció entre la direcció del vent i la forma de la duna és l'**angle aparent**. Com més paral·lel sigui un vent respecte de la duna, l'angle aparent serà més baix. Solament s'afectarà la petita zona de l'inici de la duna. Si l'angle de la direcció del vent és més elevat, tot el vessant de mar de la duna restarà exposat a l'erosió. Com més amunt cap al cim, aquest risc serà major.

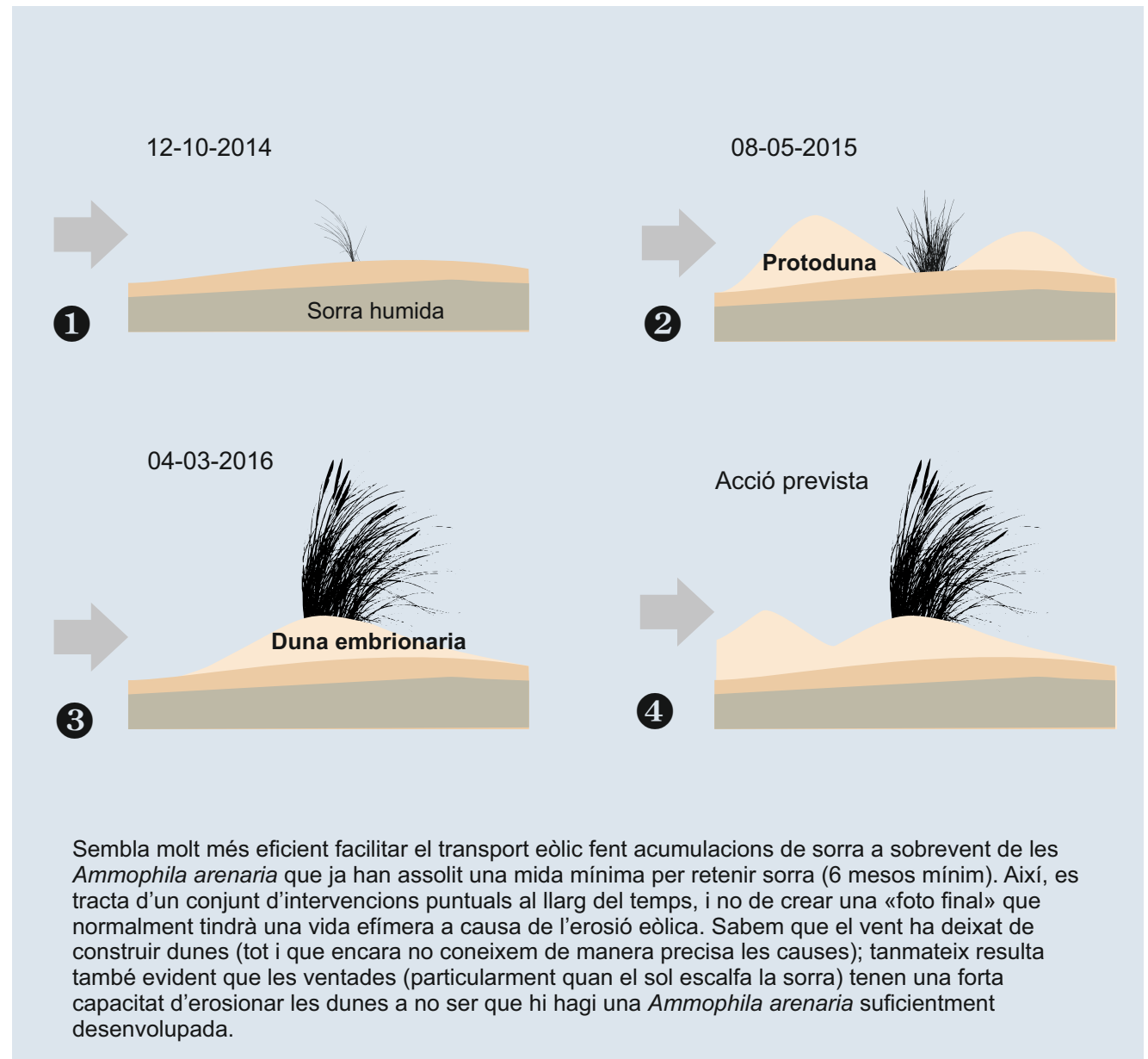
Per tant, per tal d'evitar que el vent desenterrï les plantacions, cal plantar a les zones de menor risc: al peu de duna, a les depressions entre dunes i a la part alta a sotavent de la duna.

Les pantalles de retenció de sorra solament funcionen quan se situen de forma correcta respecte al vent que construeix dunes (azimut 238°).



Intentar reproduir una estructura dunar que és el resultat de l'evolució de la relació entre el borró i el transport eòlic condueix al fracàs quan els vents dominants incideixen a més de 20° de l'eix de la duna, i quan l'angle aparent supera els 10°. Amb aquesta situació, la major part de les plantes queden descalçades per l'erosió eòlica.

Construir dunes o ajudar els borrons a construir-les?

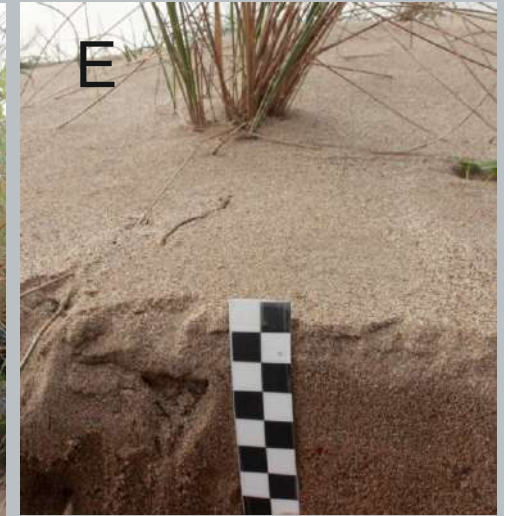
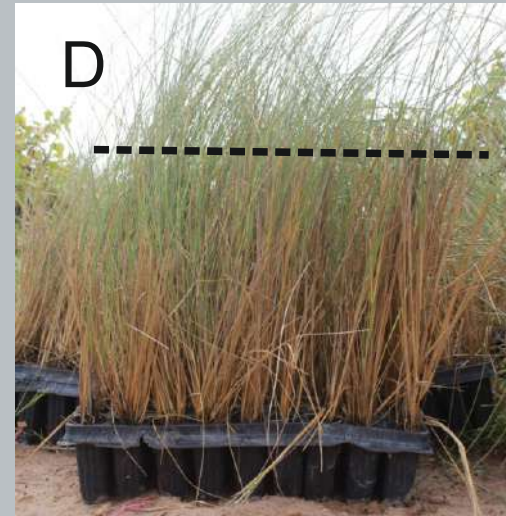
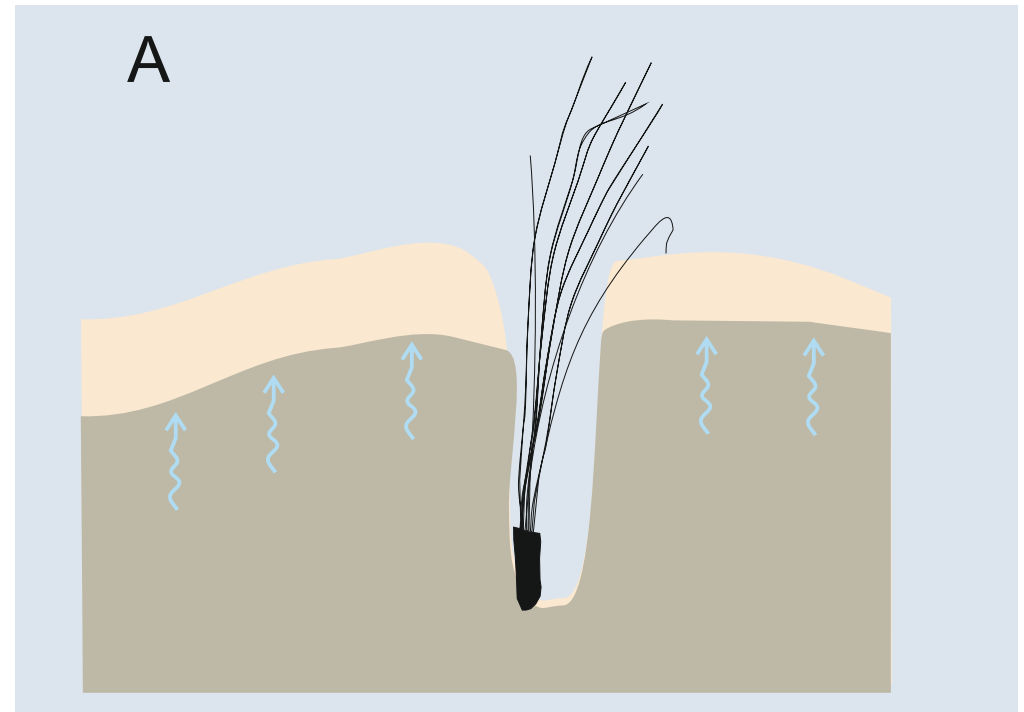


Aprofitar les adaptacions del borró

Idealment les dunes s'han de construir a l'hivern i s'ha de deixar que la pluja mulli la sorra fins a establir un sistema natural d'humitat entre el 2 i el 4% (A i E).

En cas d'haver de plantar a partir del mes de maig, regar (B) en el moment de la plantació és una alternativa cara i ineficient ja que a l'estiu la vegetació creix poc.

El borró (*Ammophila arenaria*) és una espècie adaptada a l'enterrament. El forat de plantació s'ha de fer de manera que solament sobresurti 1/3 de la part aèria de la planta (A, C, D).



Sorra interior vs Sorra de platja

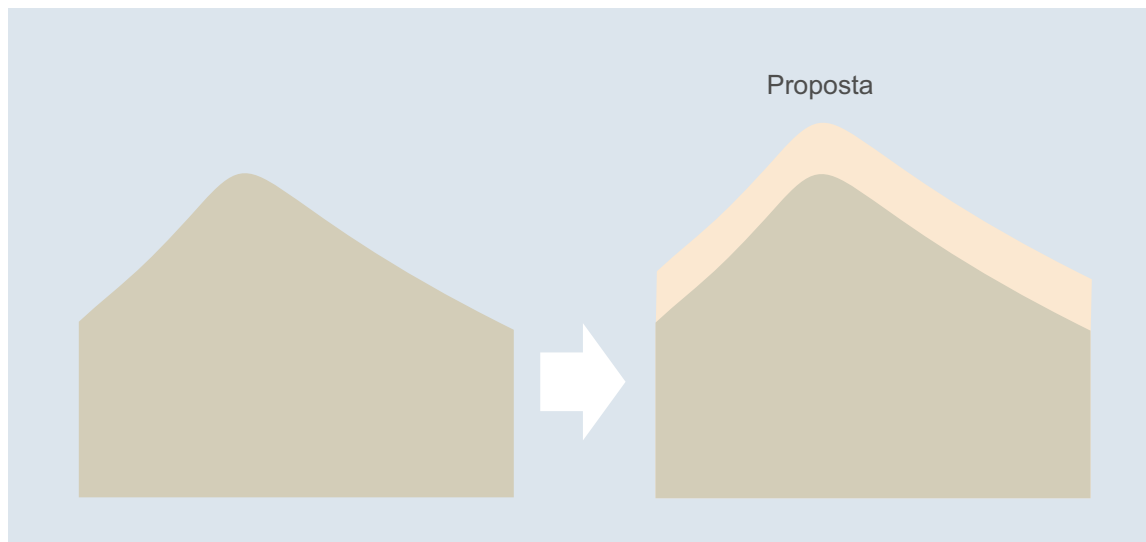
En els processos de regeneració de l'ecosistema dunar és necessari excavar cubetes de deflació. I la sorra s'ha d'aprofitar per construir dunes.

El problema és que aquesta sorra que ha estat extreta sota una zona amb vegetació té molts propàguls que donaran lloc a noves plantes sobre la nova duna construïda de forma quasi immediata (B-C; D-E).

Quan s'ha construït una duna a partir de sorra de platja sense propàguls vegetals, la sorra es manté neta de vegetació.

A la foto A es veu com es construeix una duna amb sorra neta després que la duna construïda amb sorra local (a l'esquerra) ha estat ràpidament coberta per vegetació oportunista que no és la desitjada.

L'alternativa que cal assajar és continuar aprofitant aquesta sorra local però afegint una capa superior de sorra de platja sense propàguls.



El que ens queda per saber



Són moltes les coses que ens queden per saber, per això és tan important que les tasques de manteniment i gestió tinguin alguna mena de documentació per tal de transformar-les en experiència útil per millorar el sistema. Solament s'indiquen algunes de les que considerem més rellevants:

- 1 Es disposa de cartografia de detall de la platja de Gavà Mar, que ha estat afectada per un temporal i que en 4 anys no ha recuperat el perfil inicial. És necessari, doncs, recuperar (amb retroexcavadores) el perfil inicial. I el que toca saber és quina serà la resposta del perfil recuperat enfront dels temporals futurs. És una operació eficient recuperar de forma artificial el perfil de la platja?
- 2 A 30 km al sud de Castelldefels hem fet una obra de creació d'un sistema dunar en un tipus de platja molt similar a les platges inundables de Castelldefels. Resten per definir els paràmetres determinants del projecte de Castelldefels (quina profunditat d'excavació? com renovar l'aigua? com evitar proliferacions d'algues?).
- 3 Sabem que si construïm dunes elevades estem afavorint que el vent s'endugui la sorra. Tanmateix encara no s'ha experimentat amb la col·locació de sistemes de protecció contra el vent. Podria un sistema de pantalles protegir la duna fins que el borró no assoleixi una mida suficient? I quina és aquesta mida?
- 4 L'AMB ha portat a terme amb un èxit rotund l'eradicació del *Carpobrotus edulis*. De totes maneres encara no sabem com eradicar una altra espècie tant o més agressiva: *Ambrosia coronopifolia*. Una planta petita, anual i que no es pot eradicar amb mitjans manuals. Toca fer assajos excavant cubetes de deflació, colgant la planta sota plàstics negres a l'estiu (que maten les plantes per escalfor) o potser amb foc?
- 5 Els primers experiments per fer créixer les dunes tot imitant els processos naturals de manera que la duna creix a mida que es desenvolupa el borró, funcionen amb èxit. No sabem, però, quin és el resultat d'aquesta estratègia a mitjà i llarg termini. Aconseguirem que els borrans puguin viure més de 7 anys?



PART II INSTRUCCIONS DE GESTIÓ



Capítol 1: Construcció i plantació

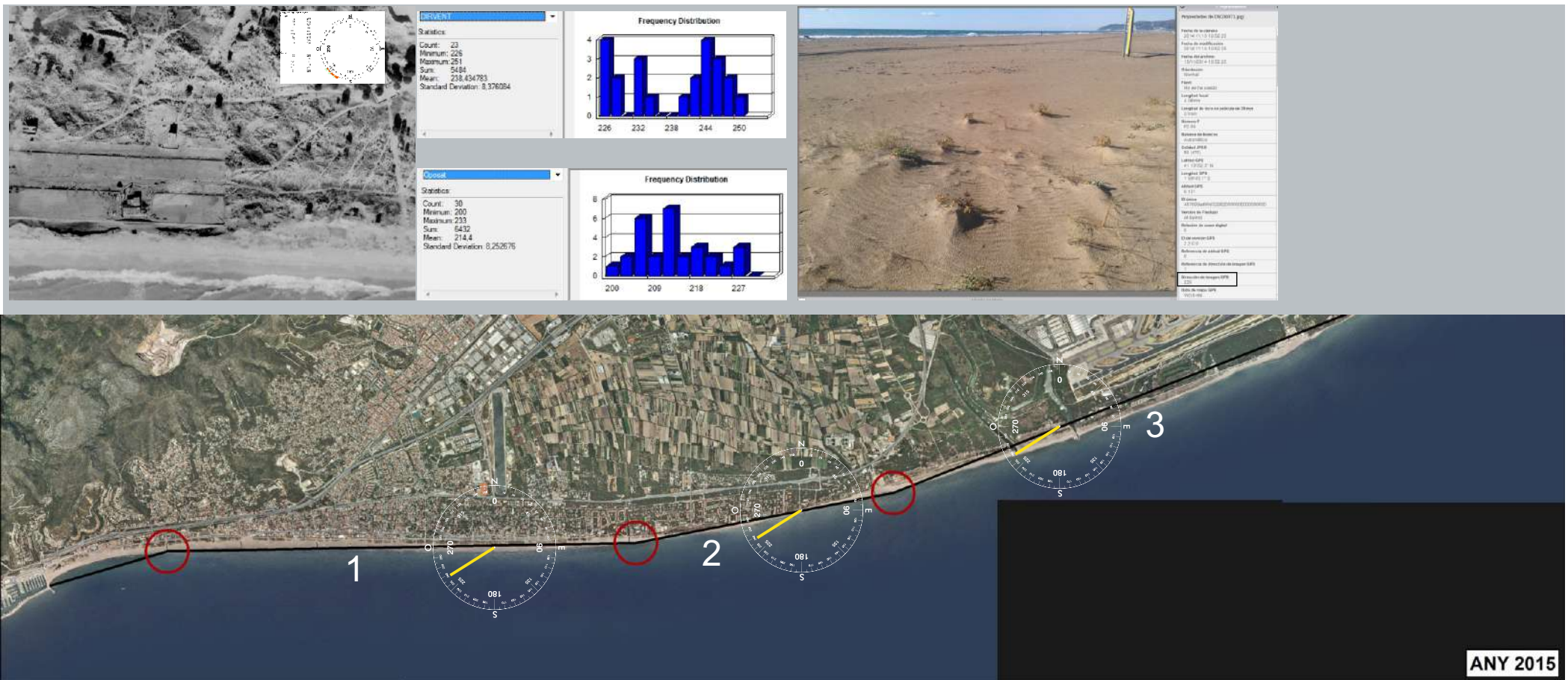
Tres sectors de plantació en funció del vent

Si sobre la línia de costa del 2015 apliquem l'algorisme de Douglas-Peucker, amb una distància màxima de 250 m entre punt de línia de costa i tram rectilini, surten tres sectors diferenciats: oest de la riera dels Canyars, sector entre la riera dels Canyars i la Murtra, i sector a l'est de la Murtra. També hem determinat les direccions dominants del vent pel que fa al transport eòlic a partir de 30 nebkas fotografiades amb GPS i també a partir de l'anàlisi de 23 dunes que apareixien al vol del 1945. Les dades provinents de fotografiar nebkas amb GPS tenen més variabilitat que les obtingudes de la determinació dels vectors perpendiculars a les dunes del vol del 1945. I, en tot cas, són coincidents.

D'aquesta manera es determina que la direcció del vent que configura les dunes és de 238° en aquest sector del delta del Llobregat.

Amb aquest azimuth podem definir les zones de risc d'erosió a les dunes construïdes, i també la longitud del recorregut del vent sobre sorra seca (*fetch*) que indica el potencial natural del vent de construir dunes. Als vols històrics, el *fetch* fins les primeres dunes són superiors a 70 m.

La major part de les dunes naturals han desaparegut per l'edificació. L'ampliació de la platja a Gavà i Castelldefels dóna nous recorreguts de *fetch* superiors als 70 m, però ja no es construeixen dunes a causa dels processos derivats de l'ús intensiu de la platja.



La vulnerabilitat en funció de la direcció del vent

Ja s'ha explicat anteriorment que el vent pot erosionar ràpidament una duna construïda fins al moment en què els borrons plantats no assoleixen la mida necessària. L'orientació del vent determina zones de més vulnerabilitat a les dunes (que són les zones on les plantes poden quedar descalçades i morir). Quan una duna és paral·lela a la direcció del vent, la zona vulnerable és molt menor que quan la duna té una orientació perpendicular. Un error freqüent és intentar imitar les dunes naturals (construïdes pel vent i, per tant, perpendiculars al vent) tot reproduint la composició florística d'una duna mòbil. Quan es construeix una duna amb orientació perpendicular al vent ha d'estar molt protegida o per una plantació molt densa o per pantalles que aturen el vent.

I si el vent no ha construït dunes transversals a Viladecans i al Prat de Llobregat (perquè és paral·lel), nosaltres sí que les podem construir amb la confiança que el risc d'erosió serà molt menor.

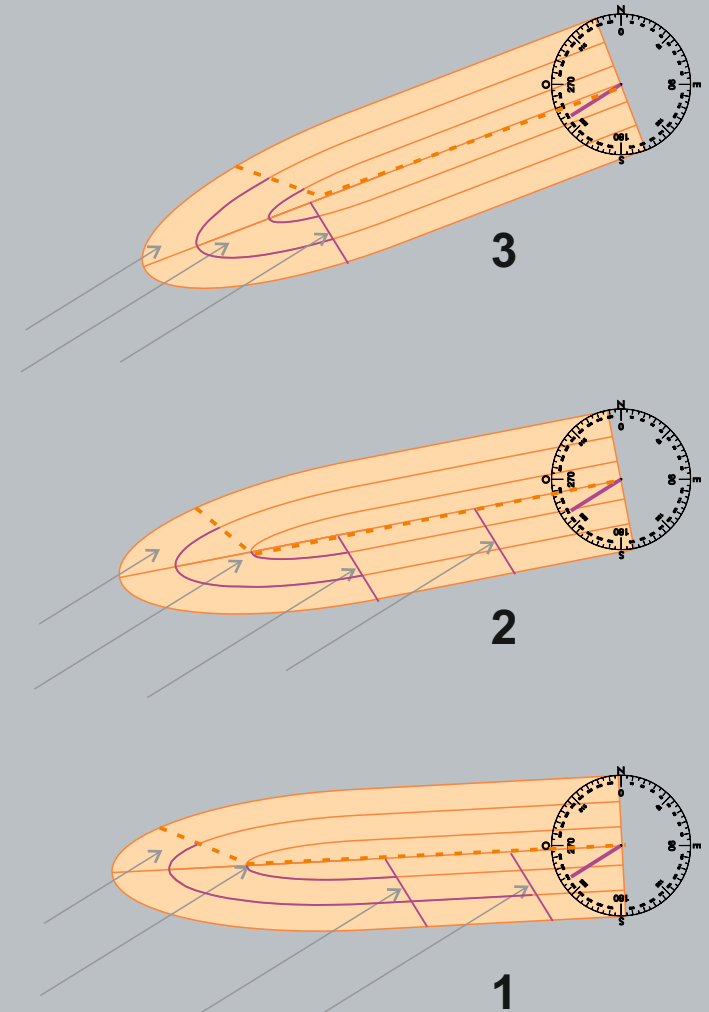


La superfície vulnerable a l'acció erosiva del vent és major com més perpendicular sigui l'eix de la duna respecte la direcció del vent.

A l'est de la Murtra, l'orientació del litoral (i de les dunes construïdes) és pràcticament paral·lela a la direcció del *fetch*. Solament els inicis de duna són vulnerables. I unes quantes pantalles perpendiculars al vent poden protegir superfícies importants.

La zona central mostra més superfície vulnerable. Si s'hi posen pantalles, cal emprar-ne una major quantitat.

Finalment, la zona a l'est de la riera dels Canyars és la més vulnerable i la que necessitarà pantalles disposades en el sentit de les corbes de nivell i d'altres de perpendiculars a la direcció del vent.



Per què dunes mòbils o semi-mòbils?



1-11-2015 Castelldefels. Una plana coberta de vegetació on hi podrien haver dunes. Just darrere del punt des d'on s'ha fet la fotografia s'han excavat cubetes de deflació i s'han construït dunes.



30-07-2015 Den Haag, Holanda. En aquest país les dunes són veritables "dics" de protecció contra la inundació i solament es fixen amb plantacions monoespecífiques de borró.



29-08-2015 Gavà. Un termopar enterrat a 3mm de profunditat mostra una temperatura de 50°C

Hi ha dues raons diferents.

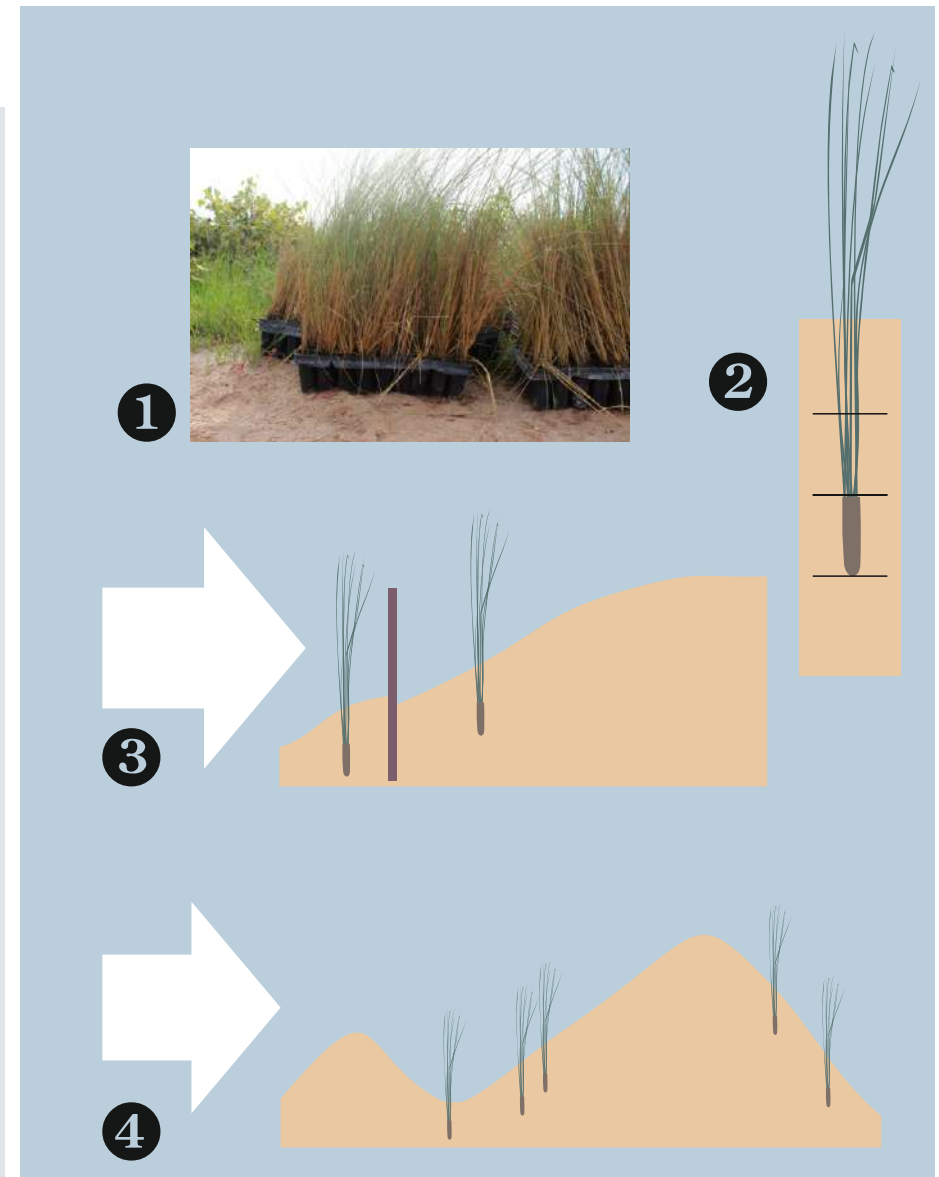
La primera és que no s'ha pogut trobar cap duna estabilitzada amb vegetació autòctona o exòtica que tingui una alçada important. S'en desconeixen les causes. En tot cas, a la natura, les dunes es formen primer amb una vegetació pionera i sempre amb el concurs fonamental del borró (*Ammophila arenaria*); i solament després poden arribar a estabilitzar-se i, fins i tot, quedar completament cobertes de vegetació.

En segon lloc, les dunes mòbils i semi-mòbils són veritables punts calents de biodiversitat. Es tracta d'un ecosistema força singular: la sorra arriba als 50 °C al pic de l'estiu; la vegetació s'ha d'adaptar per retenir i construir dunes i també per resistir l'enterrament per la sorra mateixa. I, lògicament els habitants de les dunes són "especialistes" i per tant depenen d'aquest hàbitat. Quan les dunes desapareixen, també ho fan les espècies més singulars.

Així doncs, cal construir dunes amb una certa proporció de sorra nua i borró per tal que puguin protegir la platja i la biodiversitat.

Com i on plantar el borró?

- 1 El borró (*Ammophila arenaria*) és la primera espècie que desapareix quan s'altera l'ecosistema dunar. I és la primera planta que cal plantar. Normalment es tracta de plantes en alvèol forestal de 250 cc. Són plantes de petita dimensió i preu econòmic.
- 2 Per tal d'evitar riscos de descalçament de la planta per erosió, cal situar l'alvèol com a mínim a una profunditat que equival al doble de la seva alçària. Es tracta d'una planta força adaptada a l'enterrament. I la major profunditat permet accedir abans a la humitat del sòl (no necessita més del 4%).
- 3 La posició de la planta respecte al vent i la zona vulnerable que delimita sobre la duna és important de cara a garantir-ne la supervivència. Cal plantar sota la protecció de les pantalles.
- 4 I també als llocs a sotavent, on s'acumularà la sorra.



Forma i dimensions

- 1 El més aconsellable és NO donar forma a les dunes. És molt més pràctic fer el munt de sorra i deixar que el vent doni la forma correcta en poques setmanes. D'altra banda és convenient deixar que les dunes tinguin un temps d'assentament abans de plantar-hi res. Encara millor si, entre formació i plantació, hi ha algun episodi de pluja. En tot cas sí es convenient que els munts de sorra originals siguin com menys rectilinis millor. Així després el conjunt donarà una major imatge de naturalitat. Les dunes grans, convé que no superin els 2 m d'altçària sobre el terreny a l'est de la riera dels Canyars. Més enllà, poden ser més altes, especialment a Viladecans.
- 2 Les "protodunes" es poden construir amb molta facilitat. No han de superar els 90 cm d'altura. Es poden construir 100 m lineals de protoduna per hora.
- 3 Finalment, es poden generar noves dunes sense trencar els sistemes de protecció per tancament. La sorra que sobresurt sota la tanca de corda pot tenir la funció de "protoduna" (que es pot reconstruir cada any) i que pot ser utilitzada pels visitants a la primavera.



Cubetes de deflació

Les cubetes de deflació són concavitats excavades a la zona de reraduna. Tenen la funció de generar hàbitat per a espècies que depenen de les superfícies de sorra nua (p.e. per a nidificació del corriol camanegre *Charadrius alexandrinus*) i també serveixen per controlar espècies invasores com *Ambrosia coronopifolia*. La zona de la fotografia compleix ambdós objectius.

Convé que la profunditat excavada sigui superior a 40 cm per tal d'extreure els propàguls de la vegetació. També convé que les cubetes tinguin dimensions superiors als 400 m².



Un lloc on NO es pot plantar

El borró necessita dues condicions per viure:

- Sorra neta de nutrients
- En el cas que hi hagi humitat per sobre del 4%, que l'aigua no tingui nitrogen ni entrada de plantes colonitzadores.

I això no passa a les zones de platges inundables de Castelldefels. El nivell saturat d'aigua està a tan sols uns 40 cm de la superfície. En aquestes condicions hi ha moltes espècies que aprofiten aquesta humitat i presenten un desenvolupament molt més ràpid que el borró, que serà desplaçat ràpidament.

En aquest sector la vegetació arenícola apareix a partir de la cota 1,3 m. Caldrà doncs, fer dunes de més de 2m i molt protegides contra el vent.



Manteniment de dunes a Viladecans

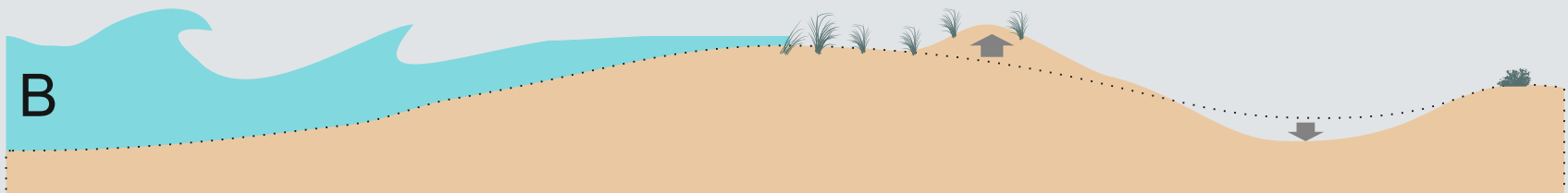
A Viladecans les dunes construïdes han complert els seus objectius inicials: crear espais per a la reproducció del corriol camanegre (*Charadrius alexandrinus*) i protegir el litoral. De totes maneres, les dunes necessiten replantacions i recreixements del perfil dunar.

A1: Es veu com el perfil de la duna ha estat modificat pel pas de les onades.

A2: Encara resta un cert poblament de borró.

A3: La cubeta de deflació torna a estar colonitzada per la vegetació.

B: Es proposa aprofundir la cubeta de deflació per retirar la vegetació invasora i, amb el volum de sorra, crear una nova duna al costat dels borró.



Manteniment de dunes a Gavà i Castelldefels

A Gavà i Castelldefels és convenient construir protodunes com a mínim cada dos anys. I fer plantacions de borró a la zona més profunda entre la duna i la protoduna tal i com mostra la foto.



Reconstrucció del perfil de la platja

A Gavà s'ha fet l'experiència de recuperar artificialment el perfil d'una platja que havia estat afectada per un temporal el 2011. Es tracta d'una zona que apareix documentada a la Part I d'aquesta guia. El projecte ha consistit en extreure uns 4.500 m³ de la capa superior de 15 cm d'una zona de platja actualment establitzada (i que havia crescut després del 1992) i posteriorment aprofitar aquesta sorra per reconstruir el perfil previ al temporal de 2011 i que ha estat determinat a partir d'un LIDAR 1:1000 de l'any 2010. En la mateixa operació es reconstrueix un petit cordó de dunes.





Capítol 2: A través del manteniment quotidià

Neteja manual o neteja mecànica?

No se sap exactament com el garbellat mecànic afecta el transport eòdic de la sorra. El que queda clar és que hi ha un efecte d'aplanament del relleu, amb la desaparició dels arrissaments que faciliten que el vent pugui moure la sorra. És evident també que el trepig de la sorra té un efecte similar.

També es desconeix el possible efecte del garbellat mecànic com a agent homogeneïtzador del perfil de la platja, concretament l'eliminació de les barres de sorra o petites elevacions que es poden formar per l'acció de les onades a les platges inundables de Castelldefels.

Les restriccions de la neteja mecànica s'han fet per protegir les platges incloses a la Xarxa Natura 2000. I el resultat és que en poc temps la neteja manual ha donat lloc a la formació de nebkas (acumulacions de sorra a sotavent d'una planta). A més, s'ha de mirar si construir dunes

amb retroexcavadora i mantenir la neteja mecànica és més eficient o no en termes econòmics i d'eficiència ecològica.

D'altra banda, l'increment de la freqüentació de gossos en algunes platges protegides i que es netegen manualment pot comportar problemes per la presència del bacteri *Esterichia coli*. Aquest bacteri porta un risc important per a la salut de les persones que a l'estiu utilitzen aquests espais.



La desaparició de les "ripple marks" o arrissaments que el vent construeix a la superfície de la sorra impedeix en certa mesura que el vent construeixi dunes.



A les platges formades per una barra de sorra i una depressió posterior, caldria comprovar si l'acció homogeneïtzadora del relleu de la neteja mecànica rebaixa la topografia de les zones que podrien ser de sorra seca i que corresponen a les barres de sorra. Se suggereix comprovar l'efecte que podria tenir no tractar aquestes elevacions relatives fins ben entrada la primavera; tot i que la mesura més aconsellable fóra excavar una zona humida a l'extrem interior i, amb la sorra estreta, construir platja més elevada i dunes.

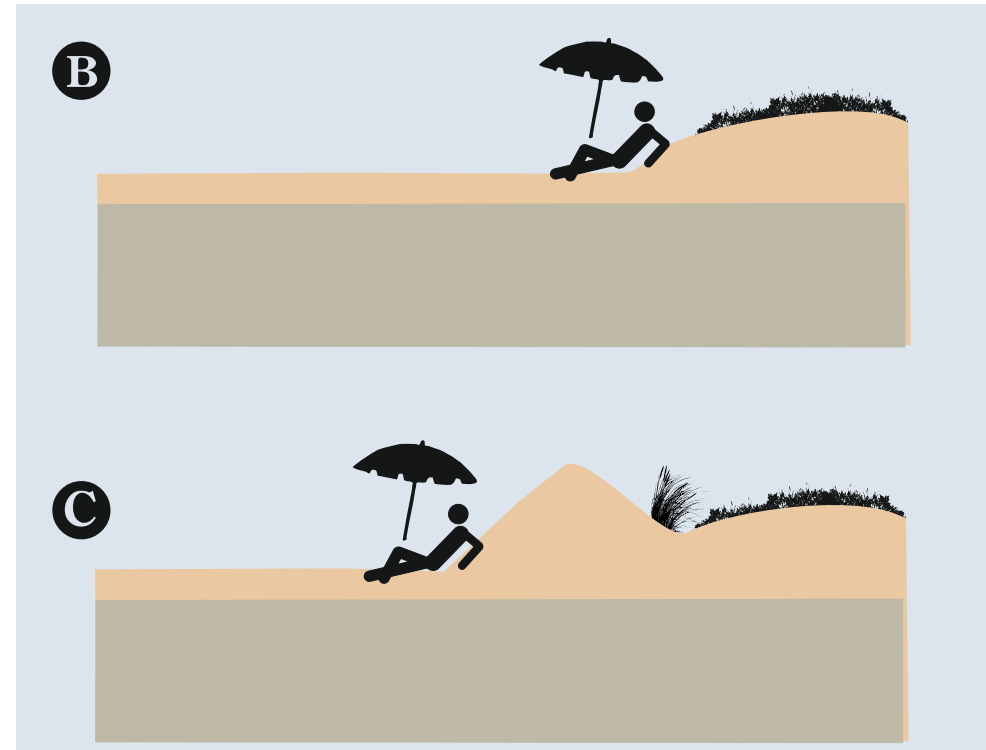


Encara que es netegin els excrements, sempre queda la fracció líquida (que no es pot rentar) i el risc que la sorra humida pugui mantenir temporalment una població d'*Esterichia coli*. Un bacteri patògen que podria afectar la gent que es va a banyar a la platja.

Fins on cal garbellar?

El garbellat mecànic, en mesura que aplatja el perfil de la platja, accentua l'angle entre platja i duna (A). A l'hivern, aquestes zones de sorra nua i inclinada tenen una temperatura més elevada i resulten molt atractives pels visitants fins que no arriba la temporada de bany (B).

Es proposa així construir petits fronts de duna (protodunes) sense plantar (C) que tindrien la funció de proveir de sorra de transport eòlic les dunes situades al darrera i, a la vegada, oferir un espai de qualitat per als visitants sense que això comporti un impacte sobre la vegetació dunar.



Netejar tot i sempre?

Els troncs que arriben amb els temporals poden oferir serveis ecosistèmics importants. En alguns països els troncs no es recullen fins la primavera per tal que puguin tenir una funció de protecció del litoral enfront dels temporals ja que dissipen l'energia de les onades.

D'altra banda, a la primavera, els troncs poden ser importants per a la fauna a les dunes. Constitueixen punts de protecció i refugi, molt especialment enfront dels gossos i els gats, que comporten un efecte important sobre la fauna per predació.



30-11-2014 Gavà



Invasions de sorra en paviments

Hi ha diversos llocs on els equipaments han ocasionat una interrupció del sistema de dunes. El vent no troba cap obstacle i arrossega la sorra fins a envair el paviment. Els serveis de neteja mouen la sorra cap a les vores i originen petites elevacions de sorra generalment bruta.

Es proposa construir dunes fixades i amb tancament perimetral disposades de manera que facin d'apantallament vers el transport eòlic de la sorra. La imatge sobre ortofoto a Gavà (B) mostra l'emplaçament idoni per interrompre la circulació de sorra.



Moviments de sorra en accions de manteniment

Després dels temporals cal extreure sorra que s'ha dipositat en carrers o en llocs on no es pot deixar. Aquests volums de sorra són útils per construir dunes. Aquesta imatge mostra un exemple que no va funcionar. Es va dipositar sorra sobre borrons que no estaven suficientment desenvolupats. La major part no va sobreviure l'enterrament. És molt més viable formar protodunes davant les dunes existents.



Trencar les barres de sorra que taponen la desembocadura de les rieres és una acció necessària quan es preveu un temporal de pluja. Usualment la sorra extreta es deposita a banda i banda de la riera o torrent. Es proposa que quan no hi hagi risc que l'aigua desbordi per les dues bandes es dipositi tota la sorra a sobrevent (contra vent o a l'oest). A la foto es mostra una duna construïda precisament per evitar l'entrada de sorra a la desembocadura de la riera dels Canyars.

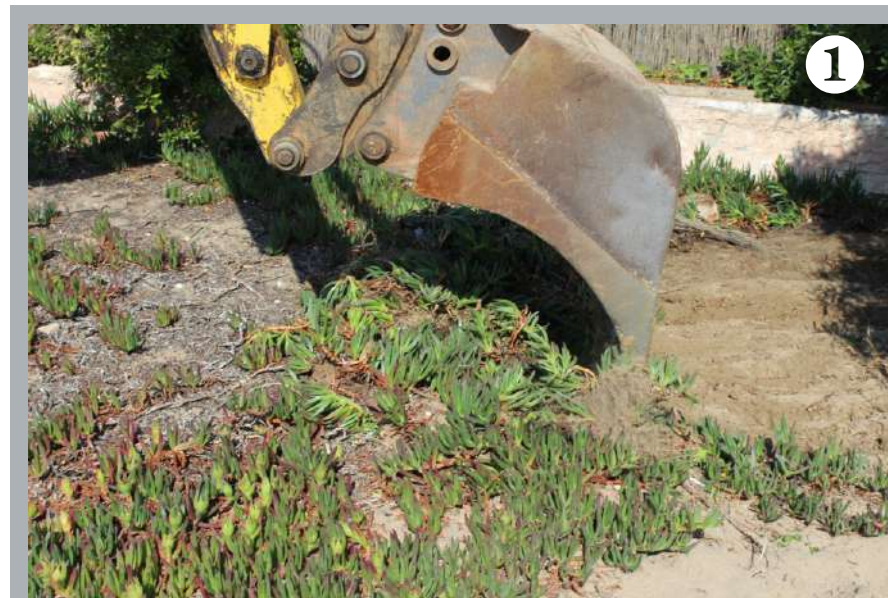


Control de plantes exòtiques invasores

L'uncla de gat (*Carpobrotus edulis*) ha estat una espècie ornamental molt utilitzada, però és exòtica i invasora. Tanmateix és relativament fàcil d'eradicar. Els mitjans mecànics (1) solen ser més eficients, tot i que no funcionen quan aquesta espècie es barreja amb vegetació dunar que cal mantenir. S'han fet també proves mitjançant enterrament (2) un sistema que funciona si s'evita que les branques laterals puguin sortir a la superfície. Aquesta espècie té poca capacitat de resistir l'enterrament i mor després d'uns mesos.

El cas de *Ambrosia coronopifolia* és ben diferent (3). Té unes dimensions petites, compleix el seu cicle vital en un any, i deixa les llavors al sòl. Per tant és més difícil de retirar. L'estratègia més eficient fins ara ha estat l'excavació de cubetes de deflació. La sorra s'ha de destinar al nucli de dunes i les noves dunes s'han de recobrir amb sorra neta de al platja.

A la literatura científica hi ha referències que parlen de la utilització de làmines de plàstic negre a l'estiu. La forta escalfor elimina la vegetació i part de les llavors.



Control de plantes invasores autòctones

Una de les principals causes del declivi de la flora dunar és la competència amb altres espècies més oportunistes que aprofiten millor l'abundància de nutrients a la sorra. Algunes d'aquestes espècies són fàcils d'extreure gràcies a la seva mida. Una espècie fàcil d'extreure i que cal retirar quan colonitza el front dunar és la llapassa borda (*Xanthium italicum*), fàcil d'identificar pels fruits que s'enganxen a la roba (1).

Finalment els pins tenen un comportament invasor; un fet que està passant en altres llocs d'Europa. La retirada d'aquesta espècie pot aixecar controvèrsia ja que la societat té fortament arrelada la idea que els arbres sempre són bons. Però és un sentiment que no es correspon amb la realitat científica. Convé retirar els exemplars joves sempre que sigui possible a totes les zones de duna i part de les de reraduna (2).

